

# ХІМІКО-ДИНАМІЧНЕ ПОЛІРУВАННЯ $\text{CdTe}$ , $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ і $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ РОЗЧИНАМИ СИСТЕМИ $\text{HI}-\text{HNO}_3$ –ГЛІЦЕРИН

*Дзедзь А.В., Денисюк Р.О., Гвоздієвський Є.Є., Томашик В.М.*

Житомирський державний університет імені Івана Франка

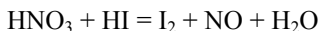
[denisuk@zu.edu.ua](mailto:denisuk@zu.edu.ua)

Кадмій телурид та тверді розчини  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  і  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  – найбільш широко використовувані напівпровідникові матеріали при виготовленні приладів сучасної електроніки. Напівпровідникові кристали твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  є перспективним матеріалом для виготовлення детекторів  $x$ -променів та  $\gamma$ -випромінювання, а основним матеріалом при створенні ІЧ-фотоприймачів, включаючи багатоелементні лінійки і матриці є тверді розчини  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ .

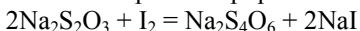
Однак, незважаючи на широке практичне використання вказаних матеріалів та виготовлення на їх основі приладів, існують технологічні проблеми при виборі оптимальних складів поліруючих травильних композицій як для хіміко-механічного, так і для хіміко-динамічного полірування з контрольованими низькими швидкостями розчинення монокристалів з формуванням якісної полірованої поверхні. Саме тому виникає необхідність проведення комплексних досліджень процесів, які проходять на границі розділу вказаних напівпровідників з різними активними середовищами з метою створення нових травильних композицій, які б володіли заданими властивостями.

Для проведення експерименту використовували напівпровідники  $\text{CdTe}$ ,  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ ,  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  та  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ , а для приготування системи розчинів використовували такі реактиви:  $\text{HNO}_3$  – 70 %,  $\text{HI}$  – 57% ,  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  – 20 % . Всі реактиви хімічно чисті.

Розчини після приготування витримували одну годину для встановлення хімічної рівноваги:



Після травлення зразки промивали спочатку у 0,5 М водному розчині натрій тіосульфату для повного видалення з поверхні непрореагованого йоду:



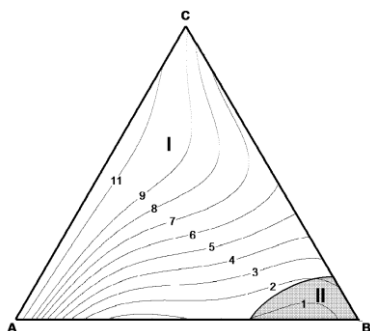
Для вивчення кінетики і механізму розчинення напівпровідників, розмежування характеру перебігу реакцій, їх стадій використовували методику диску, що обертається і відповідний пристрій для практичної її реалізації – установку для хіміко-динамічного полірування. За допомогою диску, що обертається, досягалися відтворювані гідродинамічні умови обтікання пластини травником, забезпечуючи однакову доступність поверхні в дифузійному відношенні. Експерименти по визначенню концентраційної залежності проводили при  $298 \pm 0,5\text{K}$  та при швидкості обертання диску ( $\gamma$ ) 80 об/хв.

В результаті експерименту було побудовано 4 діаграми Гіббса з використанням математичного планування на симплексах. Вивчення взаємодії

досліджуваних напівпровідників з розчинами системи  $\text{HNO}_3\text{--HI--C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  проводили в концентраційному інтервалі із співвідношенням компонентів (об.%): (5-25)  $\text{HNO}_3$  : (55-95)  $\text{HI}$  : (0-40)  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ .

Встановлено, що швидкість розчинення напівпровідників в досліджуваних травниках змінюється для  $\text{CdTe}$  від 1 до 11 мкм/хв., для  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$  – 1-10, для  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  – 1-13, та для  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  3-11 мкм/хв. Виявлено області розчинів з поліруючими (*область I*) і неpolіруючими (*область II*) властивостями (рис. 1)

Максимальні значення швидкості травлення спостерігаються в сумішах з найбільшим вмістом  $\text{HI}$  – біля кута А концентраційного трикутника. Підвищення концентрації  $\text{HNO}_3$  в травильній композиції призводить до незначного сповільнення швидкості травлення, поверхня при цьому залишається полірованою. При підвищенні концентрації гліцерину в складі травильних розчинів  $\text{HNO}_3\text{--HI--гліцерин}$  швидкості розчинення напівпровідників зменшуються, а якість полірування поверхні покращується до певної межі.



**Рис. 1.** Поверхня однакових швидкостей травлення (мкм/хв.)  $\text{CdTe}$  ( $T = 298\text{K}$ ,  $\gamma = 80 \text{ хв.}^{-1}$ ) при об'ємному співвідношенні ( $\text{HNO}_3$  :  $\text{HI}$  : гліцерин) у вершинах А, В, С відповідно:  
А – 5 : 95 : 0; В – 5 : 55 : 40; С – 25 : 75 : 0 (поліруюча область – I та неpolіруюча область – II).

Визначено, що ведення легуючого компоненту призводить до незначного збільшення швидкості розчинення напівпровідника по відношенню до кадмій телуриду в травильних композиціях однакового складу, тому що цинк має менший електродний потенціал і легше взаємодіє з кислотами та вільним йодом.

На основі одержаних експериментальних даних розроблено та оптимізовано склади поліруючих травильних композицій, розроблено методики і режими хімічного полірування для виготовлення напівпровідникових приладів (табл. 1)

Таблиця 1

## Склади поліруючих йодвиділяючих композицій на основі системи

$\text{HNO}_3 - \text{HI} - \text{гліцерин}$  для ХДП  
 $(T = 298 \pm 0,5\text{K}, \gamma = 80 \text{ хв.}^{-1})$

Система розчинів	Склади травників, об. %	Швидкість ХДП, мкм/хв.
<b>CdTe</b>		
$\text{HNO}_3 - \text{HI} - \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	(5-25) : (55-95) : (0-40)	2-9
<b>Zn<sub>0,04</sub>Cd<sub>0,96</sub>Te</b>		
$\text{HNO}_3 - \text{HI} - \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	(5-50) : (75-95) : (0-40)	1-10
<b>Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te</b>		
$\text{HNO}_3 - \text{HI} - \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	(15-25) : (75-95) : (0-40)	1-13
<b>Cd<sub>0,2</sub>Hg<sub>0,8</sub>Te</b>		
$\text{HNO}_3 - \text{HI} - \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	(5-25) : (60-95) : (0-40)	3-11

Побудовані діаграми Гіббса для даних напівпровідникових матеріалів із застосуванням математичного планування експерименту та встановлені межі поліруючих, неpolіруючих розчинів в травниках складу  $\text{HNO}_3 - \text{HI} - \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ .

Досліджені травильні композиції можуть бути використані для хіміко-динамічного полірування  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ ,  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  та  $\text{CdTe}$  з порівняно низькими швидкостями травлення при температурі 293 К, і швидкості обертання диску  $80 \text{ хв}^{-1}$ , після чого поверхню необхідно промивати 0,5 М розчині  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  і потім великою кількістю дистильованій воді і висушували на повітрі.